المحتويـــات

أساسيات نمذجة التوازن العام الحاسوبية

الدكتور/ مصطفى بابكر

مقدمة:

تعتبر نماذج التوازن العام الحاسوبية أحد أحدث طرق التحليل الاقتصادي الشامل والتي بدأت مؤخراً في الانتشار بفضل توفر القواعد البيانية والتطورات التي شهدتها الحاسبات الآلية وبرمجيات البرمجة الرياضية (Mathematical Programing Software). وكنتيجة لهذه التطورات أصبحت نمذجة التوازن العام (General Equilibrium Modeling) تستخدم بصورة روتينية في أوساط المؤسسات الاقتصادية العالمية كالبنك الدولي وصندوق النقد الدولي لتقييم السياسات الاقتصادية وبرامج الإصلاح الاقتصادي في العديد من البلدان. وتجئ في مقدمة المواضيع الحديثة التي تناولتها نماذج التوازن العام قضايا الإصلاح الضريبي، الشراكات والاتفاقيات التجارية الإقليمية والدولية، البيئة وقضايا التنمية المستدامة والنمو الاقتصادي المتوازن. ولأهمية هذه المواضيع وارتباطها ببرامج الإصلاح الاقتصادي والتي انتظمت العديد من الدول العربية فإنه من المناسب إلمام الباحثين والمهتمين بالسياسات الاقتصادية في الدول العربية بهذا الأسلوب الحديث في التحليل الاقتصادي.

أولاً- مفهوم التوازن العام والنمذجة:

التوازن العام هو حالة من التوازن في الاقتصاد تُعرّف بوجود متجهة (Vector) للأسعار النسبية ونظام توظيف للسلع ومدخلات الإنتاج في الاقتصاد بحيث تتحقق أمثلية القرار لكل الوحدات الاقتصادية في ظل قيود الموارد والتقنيات المتاحة. ويوصّف نموذج التوازن العام رياضياً بثلاثة مجموعات من المعادلات هي معادلات تعظيم الأرباح للمنشآت، معادلات تعظيم الرفاه للمستهلكين ومعادلات توازن العرض والطلب في أسواق السلع وعوامل الإنتاج. مثلاً لاقتصاد مغلق يشتمل على إنتاج واستهلاك سلعتين هما X و Y باستخدام عاملي الإنتاج L و K يمكن توصيف نموذج التوازن العام رياضياً من خلال المعادلات:

تعتبر نماذج التوازن العام الحاسوبية أحد أحدث طرق التحليل الاقتصادي الشامل وتكتسب اهمية خاصة بالنسبة للدول العربية، في ظل برامج الإصلاح الإقتصادي.

(أ) معادلات تعظيم الأرباح (Profit Maximization) للمنشأة وتنتج من حل:

$$MAX_{y,l,k}\ \pi_y(P) \quad s.t. \quad Y=F(L_y,K_y)$$

$$MAX_{x,l,k}\ \pi_x(P) \quad s.t. \quad X=G(L_x,K_x)$$

حيث π هو الربح، P متجهة الأسعار، L العمل، K رأس المال، F و G تقنيات إنتاجية.

(ب) معادلات تعظيم الرفاه للمستهلك (Welfare Maximization) وتنتج من حل:

$$MAX_{x,y} U_i(x,y) \quad s.t. \; M_i \geq p_x x_i + p_y y_i \;\; \forall i$$

حيث x ، y مقادير الاستهلاك، i مجموعة المستهلكين، M دخل المستهلك و U دالة الرفاه.

(ج) معادلات قيود النظام (System Constraints):

توازن سوق العمل: $l_x + l_y = L$

توازن سوق رأس المال: $k_x + k_y = K$

توازن سوق السلعة X : $\sum_i x_i = X$

توازن سوق السلعة Y : $\sum_i y_i = Y$

أما نموذج التوازن العام الحاسوبي (Computable General Equilibrium Model - CGE) فهو تطبيق رقمي لنظرية التوازن العام على بيانات مصفوفة المحاسبة الاجتماعية ويتضمن السمات التالية:

أ. توصيف التقنيات الإنتاجية وتفضيلات المستهلكين.

ب. توصيف سلوك الأمثلية لوحدات القرار في الاقتصاد كالأسرة، الشركات، الحكومات والشركاء في التجارة الخارجية.

ج. توصيف الموارد واستخداماتها.

د. توصيف المعادلات والطريقة المتبعة لحل النموذج.

ويصمم نموذج الـ CGE في الغالب لدراسة موضوع محدد وتبعاً لطبيعة الموضوع يتحدد نوع، شكل ودرجة تفاصيل النموذج فهنالك الخيار بين النموذج الإستاتيكي والديناميكي، النموذج ذو القطاع الواحد والنموذج متعدد القطاعات، النموذج ذو وحدة القرار الواحد والنموذج متعدد وحدات القرار، وبين نموذج الاقتصاد الواحد والنموذج متعدد الاقتصاديات.

تستخدم الدوال الرياضية لتمثيل التقنيات وتفضيلات المستهلكين في نموذج الـ CGE وتعتبر دالة المرونة الإحلالية الثابتة (CES) أكثر أنواع الدوال استخداماً وذلك لشموليتها بحيث يمكنها تمثيل مدى واسع من مرونات الإحلال متضمنة في ذلك دوال الكوبدقلاس والليونتيف والدوال الخطية. مثلاً لإنتاج السلعة باستخدام مدخلي الإنتاج L و K يمكن توصيف تقنية الـ CES رياضياً بالدالة:

$$Y = \delta(\beta L^{\rho} + \gamma K^{\rho})^{1/\rho}$$

حيث δ معامل الكفاءة التكنولوجية، β و γ نصيب المدخلين في التكلفة وحيث ρ تحدد المرونة الإحلالية بين L و K حسب قانون المرونة الإحلالية:

$$\sigma = \frac{1}{1-\rho}$$

وتستخدم طرق البرمجة الرياضية في حل نماذج التوازن العام الحاسوبية كالبرمجة غير الخطية NLP (Non-Linear Programing)، الأنظمة غير الخطية المقيدة CNS (Constrained Non-Linear Systems)، والبرمجة التكاملية المختلطة MCP (Mixed Comlementarity Programing) ويعتبر النظام الجبري العام للنمذجة (GAMS) أكثر برمجيات الحاسب الآلي استخداماً في بناء وحل نماذج التوازن العام الحاسوبية وذلك لما يمتاز به من مقدرة كبيرة في معالجة البيانات وعلى احتوائه على أقوى برمجيات الأمثلية، حيث يضم GAMS عدد من برمجيات الأمثلية التي يمكن مناداتها من داخله بصورة أوتوماتيكية كبرمجيات CONOPT و MINOS

الوصـــف	المصطلح
للإعلان عن عنوان النموذج	$title
للإعلان عن المجموعة	SET
للإعلان عن الثابت ذو القيمة الواحدة	SCALAR
للإعلان عن الثابت ذو القيم المتعددة	PARAMETER
للإعلان عن المتغير	VARIABLE
للإعلان عن المعادلة	EQUATION
لتعريف النموذج	MODEL
لتحديد العدد الأقصى للتكرارات	ITERLIM.
لحل النموذج	SOLVE
القيمة الحالية للمتغير	.L
الحد الأعلى لقيم المتغير	.UP
الحد الأدنى لقيم المتغير	.LO
القيمة الظلية للمتغير	.m
لعرض قيم الثوابت أو المتغيرات	DISPLAY

للبرمجة غير الخطية وبرمجيات PATH و MILES للبرمجة التكاملية المختلطة.

يشتمل تنفيذ نموذج الـ CGE في GAMS على خمسة مراحل هي إدخال ومعالجة البيانات، تعيير معالم النموذج، معادلات النموذج، حل النموذج وعرض النتائج ويتم ذلك من خلال ملفين أساسيين في GAMS هما الملف ذو الامتداد gms ويحتوي على البيانات ومعالجة النموذج والملف ذو الامتدادlst ويحتوي على النتائج. أما ملف gms فيكتبه المنمذج وهو من النوع TEXT وأما ملف lst فينتجه GAMS بعد تنفيذ النموذج وهو أيضاً من النوع TEXT. أما أهم أوامر GAMS اللغوية التي يمكن استخدامها في معالجة الملف gms فهي:

ولمزيد من التعرف على لغة GAMS يمكن الحصول على مرشد المستخدم مجاناً من الموقع .

www.GAMS.com

ثانياً- مصفوفة المحاسبة الاجتماعية (SAM):

(1) هيكل مصفوفة المحاسبة SAM:

SAM نظام محاسبي شامل وموسع لتمثيل الاقتصاد القومي في سنة ما ويعتبر بايت (1988) أول من فكر في تصميم هذا النظام. يمثل كل حساب في المصفوفة الاجتماعية بصف وعمود حيث يمثل الصف المقبوضات أو الدخول ويمثل العمود المدفوعات أو المنصرفات. ويجب أن يتساوى مجموع التدفقات للصف مع مجموع التدفقات للعمود. أي أن SAM يستخدم نظام الإدخال المزدوج (Double Entry) المعروف في المحاسبة. ويشمل SAM ستة أنواع من الحسابات هي النشاط الإنتاجي (Production Activities)، السلع(Commodities)، عوامل الإنتاج (Factors)، المؤسسات (Institutions)، رأس المال (Capital)، وحساب التعامل مع العالم الخارجي (ROW) Rest of the World كما يعكسها جدول (1).

- يتكون حساب الإنتاج من استخدامات السلع الوسيطية وعوامل الإنتاج في العمود والمبيعات السلعية للسوق المحلي والخارجي في الصف.
- يمثل حساب السلع متجر كبير يقوم بشراء السلع من الأنشطة الإنتاجية المحلية والأجنبية على طول العمود وبيعها للقطاعات الاستهلاكية على عرض الصف ويمثل هذا الحساب الناتج القومي الإجمالي(GNP) من جانب الإنفاق.
- يشمل حساب عوامل الإنتاج عائدات مبيعات خدمات العوامل في الصف وتوزيع هذه الدخول

جدول (١) هيكل مصفوفة المحاسبة الاجتماعية

المقبوضات	1	2	3		4			5	6	7
	الأنشطة الإنتاجية	السلع	عوامل الإنتاج		المؤسسات			حساب رأس المال	العالم الخارجي	المجموع
			العمل	رأس المال	الأسر	الشركات	الحكومة			
			أ	ب	أ	ب	ج			
1. الأنشطة الإنتاجية		المبيعات المحلية					دعومات الصادرات		الصادرات	الإنتاج
2. السلع	الطلب على السلع الوسيطية				الإستهلاك		الإستهلاك الحكومي	الاستثمار		الطلب المحلي
3. عوامل الإنتاج: أ3 العمل ب3 رأس المال	الأجور عوائد								التحويلات التحويلات	الناتج المحلي بسعر التكلفة
4. المؤسسات: أ4 الأسر ب4 الشركات ج4 الحكومة			الأجور ضرائب عمل	الأرباح الأرباح غير الموزعة ضرائب أرباح	تحويلات تحويلات ضرائب مباشرة	تحويلات تحويلات ضرائب	تحويلات تحويلات		تحويلات تحويلات تحويلات	دخل الأسرة دخل الشركات الدخل الحكومي
5. حساب رأس المال					مدخرات أسر	مدخرات شركات	مدخرات حكومية		تحويلات رأسمالية	جملة المدخرات
6. العالم الخارجي (ROW)		واردات	عوامل إنتاج	عوامل إنتاج	تحويلات	تحويلات	تحويلات			
7. الجملة	الإنتاج	العرض المحلي	مدفوعات عوامل الإنتاج	مدفوعات عوامل الإنتاج	منصرفات الأسر	منصرفات الشركات	الإنفاق الحكومي	جملة الاستثمار	مقبوضات الحساب الجاري	مصروفات الحساب الجاري

على أصحاب العوامل (المؤسسات) في العمود ويمثل هذا الحساب الناتج القومي الإجمالي من جانب الدخل.

- يشمل حساب المؤسسات أنشطة الأسرة، الشركات والحكومات وتتكون مقبوضات الحساب من مداخيل عوامل الإنتاج، التحويلات الحكومية، الضرائب، والتحويلات الخارجية وتتمثل المنصرفات في الصرف على الاستهلاك، الاستثمار، الضرائب والتحويلات ما بين المؤسسات والتحويلات الخارجية.

نموذج التوازن العام الحاسوبي هو تطبيق رقمي لنظرية التوازن العام على بيانات مصفوفة المحاسبة الاجتماعية.

- تشمل مقبوضات حساب رأس المال مدخرات الأسر، الشركات، الحكومات والفوائض الخارجية وتتمثل المنصرفات في الإنفاق على الاستثمار.

- وتشمل مقبوضات حساب المعاملات مع العالم الخارجي (ROW) على المداخيل من حساب السلع، عوامل الإنتاج والتحويلات الجارية وتشمل المنصرفات الصرف على الواردات، عوامل الإنتاج والتحويلات ويمثل الفرق بين المقبوضات والمنصرفات صافي التدفقات الرأسمالية من الخارج.

هذا وتأتي بيانات مصفوفة المحاسبة من حسابات الدخل القومي، جداول المدخلات والمخرجات، بيانات التعداد، المسوحات الأسرية، المالية العامة وإحصائيات التجارة الخارجية ويتضمن نظام الأمم المتحدة للمحاسبة القومية إرشادات وتوجيهات خاصة بإنشاء مصفوفة المحاسبة الاجتماعية.

(2) نموذج التوازن العام في إطار مصفوفة المحاسبة الاجتماعية:

يتبع نموذج الـ CGE تقليدياً هيكل مصفوفة المحاسبة الاجتماعية مضيفاً إلى ذلك سلوك الأمثلية وبعض القواعد لموازنة التجميعات الاقتصادية تعرف بالإقفال (Closures).

(2.1) أسواق الإنتاج والعوامل

- يفترض في المنتج تعظيم الأرباح تحت ظروف التقنيات المتاحة.

- تعرف الأرباح بقيمة الإنتاج ناقصاً تكلفة عوامل الإنتاج والسلع الوسيطة وتمثل التقنيات في النموذج باستخدام دوال CES الطبقية (Nested).

- تحسب قيمة الإنتاج حسب أسعار المنتج وتستخدم عوامل الإنتاج حتى نقطة تساوي قيمة الإنتاج الحدي للعامل بسعره في السوق.

- هنالك عدد من قواعد الإقفال لتحقيق تساوي العرض والطلب في أسواق عوامل الإنتاج أشهرها التوظيف الكامل للعوامل بتحرير أسعارها أو تحديد أسعار العوامل خارج النموذج والقبول بتوظيف غير كامل للعوامل.

(2.2) المؤسسات

- تشمل المؤسسات الأسر، الشركات والحكومات وتعرف في نمذجة الـ CGE أيضاً بلفظ الوكلاء (Agents).

- تهدف الأسرة إلى تعظيم الرفاه تحت قيد الميزانية. يأتي دخل الأسرة من مبيعات خدمات عوامل الإنتاج والتحويلات أو الدخول غير المنظورة وتصرف دخلها على الاستهلاك، الضرائب المباشرة وغير المباشرة والمدفوعات غير المنظورة ويقفل الحساب باعتبار الادخار هو المتبقي.

- يغطي الاستهلاك السلع المتاجر فيها بسعر السوق (أي يشمل الضرائب وتكاليف المعاملات) والسلع غير المتاجر فيها بحسب تكلفة الإنتاج وتستخدم دالة الـ Stone Geary أو الـ CES لتمثيله رياضياً في النموذج.

- تعامل الشركات بطريقة شبيهة للأسر في النموذج غير أنها لا تشارك في الاستهلاك.

- يشمل دخل الحكومة الضرائب والتحويلات وتنفق على بنود السلع، الدعومات والمساعدات. وعادةً ما تحسب الضرائب كنسب مئوية في الـ .CGE

- يقفل الحساب الحكومي في النموذج غالباً بتثبيت الإنفاق الحكومي الحقيقي والرسوم الضريبية وتحرير عجز الموازنة أو الادخار الحكومي.

- أما حساب العالم الخارجي (ROW) فيعامل في نموذج الـ CGE بتثبيت المدفوعات غير المنظورة بوحدة العملة الأجنبية ويقفل الحساب في العادة بتثبيت عجز الحساب الجاري وتعويم سعر صرف العملة الوطنية أو تثبيت سعر الصرف وتحرير عجز الحساب الجاري.

(2.3) أسواق السلع

- يمثل الشكل أدناه الميزان السلعي في نموذج الـ :CGE

الإنتاج

الصادرات

السوق المحلي

الواردات

العرض

الإستهلاك الأسري
+
الإستهلاك الحكومي
+
الاستثمار
+
الاستخدام الوسيط

- يتوزع الإنتاج المحلي بين الصادرات والمبيعات للسوق المحلي في نموذج التوازن العام حسب مرونات التحويل (Transformation Elasticity) بين السوق المحلي والسوق الخارجي.

- افتراضية الاقتصاد الصغير المنفتح تعني المرونة غير المحدودة للطلب العالمي للصادرات والعرض العالمي للواردات بحيث يمكن بيع أو شراء أي مقدار من السلع في الأسواق العالمية عند الأسعار العالمية المحددة.

- يمثل سعر الصادر السعر العالمي بالعملات الوطنية مضافاً إليه الرسوم الضريبية وتكاليف التوزيع ويمثل سعر المنتج في السوق المحلي السعر الذي يدفعه المستهلك ناقصاً الرسوم الضريبية وتكاليف التوزيع.

- يتكون إجمالي عرض السلعة في السوق المحلي من الإنتاج للسوق المحلي والواردات ويمثل في نموذج الـ CGE بدالة الـ CES بافتراض عدم التجانس بين الإنتاج المحلي والواردات أو ما يعرف بفرضية آرمنجتون.

- يمثل السعر الذي يدفعه المستهلك للسلعة

المستوردة بالسعر العالمي مضافاً إليه الرسوم الجمركية وتكاليف النقل والتوزيع.

تعتبر مصفوفة المحاسبة الاجتماعية SAM نظام محاسبي شامل وموسع لتمثيل الاقتصاد القومي في سنة معينة.

(2.4) إقفال النموذج Model Closure

• إضافة إلى حسابي الموازنة الحكومية والحساب الجاري يجب موازنة حساب المدخرات والاستثمار وهنالك عدد من القواعد المستخدمة لإغلاق هذا الحساب أهمها:

1. تثبيت الاستثمار وتحرير معدلات الادخار لاستيفاء توازن الحساب.

2. تثبيت معدلات الادخار وتحرير معدلات الاستثمار.

• يعتمد الاختيار بين الطرق المختلفة لإغلاق النموذج على طبيعة الدراسة وأهدافها. فمثلاً لنموذج التوازن العام الإستاتيكي يعتبر الجمع بين تثبيت عجز الحساب الجاري، تثبيت الاستثمار وتثبيت الإنفاق الحكومي الحقيقي ملائماً إذا كان الغرض من الدراسة هو مقارنة أثر عدد من السياسات على معدل الرفاه. بينما إذا كان الغرض من الدراسة هو استقراء الآثار المترتبة على معدل الرفاه من جراء صدمات اقتصادية متوقعة أو تغيير في سياسة اقتصادية معينة فإنه من المفضل اختيار مزيج الإغلاق الأقرب إلى الواقع في الحالات المعنية.

ثالثاً- بناء، تعيير وحل نماذج التوازن العام الحاسوبية باستخدام GAMS

(1) تعريف مراحل بناء وحل النموذج:

• يشمل تعريف النموذج إعلان وتحديد المتغيرات والمعادلات المختلفة التي تمثل أنواع الحسابات المختلفة في SAM. تتكون الكيانات المعرفة للنموذج من المجموعات، المعالم أو الثوابت والمتغيرات. تعّرف المجموعات الأنشطة، السلع، عوامل الإنتاج والمؤسسات في المصفوفة. تشمل المعالم الكميات المحسوبة من مصفوفة المحاسبة الاجتماعية لتعيير النموذج. وتشمل المتغيرات الكميات التي يقوم بحسابها النموذج بناءً على حل المعادلات.

• يقصد بالتعيير (Calibration) في اصطلاح نمذجة التوازن العام توفيق دوال النموذج مع بيانات مصفوفة المحاسبة الاجتماعية باستنتاج قيم معالم الدوال كمعامل الكفاءة التكنولوجية وأنصبة المدخلات.

جدول (2) مصفوفة المحاسبة المستطيلة لاقتصاد افتراضي (ملايين الدولارات)

Markets	Sectors		Consumers
	AGR	MAN	HH
AGR	100		-100
MAN		140	-140
LAB	-70	-60	130
CAP	-30	-80	110

• تشمل معلمة (Parameterization) النموذج تعيير معالم النموذج من مصفوفة المحاسبة الاجتماعية وتحديد المرونات المختلفة في النموذج والتي في العادة يتم أخذها من تقديرات الاقتصاد القياسي، الدراسات السابقة أو تحديدها بناءً على معرفة الخبراء.

• تتضمن مرحلة حل النموذج تحديد برمجيات الحل (Algorithm)، إسناد القيم المبدئية للمتغيرات، تكرار (Replication) قيم المصفوفة كحل مبدئي للنموذج أو ما يعرف بمحاكاة الواقع، حل النموذج للسياسة أو الصدمة المستهدفة (Counter Factual) ثم استخلاص النتائج والتقارير.

يتبع نموذج الـ CGE تقليدياً هيكل مصفوفة المحاسبة الاجتماعية مضيفاً إلى ذلك سلوك الأمثلية وبعض القواعد لموازنة التجميعات الإقتصادية المعروفة بالإقفال CLOSURES

(2) كتابة وحل النموذج باستخدام برمجيات MPSGEفي GAMS:

هنالك طريقتين لحل النموذج كنظام لمعادلات آنية غير خطية هما: الأولى حل النموذج كمسألة أمثلية بإضافة متغير دمية لمعادلة الدخل ومن ثم تقليل هذا المتغير باستخدام البرمجيات MINOS أو CONOPT والثانية حل النموذج كمسألة توازنية باستخدام البرمجيات PATH أو MILES . في إطار طريقة تكوين النموذج كمسألة توازنية هنالك طريقتان للحل: تعرف الأولى بالنظام غير الخطي المقيد (CNS) وفيها يشمل النموذج كل المعادلات التي تمثل حسابات المصفوفة وتعرف الثانية بالنظام التكاملي المختلط (MCP) وفيه يشمل النموذج فقط نصف المعادلات التي تمثل حسابات المصفوفة وذلك باستخدام نظرية الازدواجية. ويمكن كتابة النموذج بشكل مبسط في هذه الحالة باستخدام برمجيات . MPSGE

(2.1) تكوين وحل النموذج كمسألة MPSGE:

• باستغلاله لخصائص نظرية الازدواجية يختصر نظام MPSGE عدد المعادلات في النموذج بما يقارب 50% حيث يمكن الاستغناء عن معادلات الإنتاج بدلالة شرط صفرية الأرباح في ظل التوازن، عن معادلات العرض والطلب بتضمينها في شرط نظافة الأسواق Clearance وعن معادلات الرفاه بدلالة شرط توازن الدخل والمنصرفات.

• لتسهيل تعريف وبناء النموذج في شكل MPSGE تستبدل المصفوفة المربعة في جدول (1) بمصفوفة مستطيلة (Rectangular) حيث تظهر حسابات النشاطات الإنتاجية والمؤسسات في الأعمدة وحسابات السلع وعوامل الإنتاج في الصفوف وبتمثيل المقبوضات كتدفقات موجبة والمنصرفات كتدفقات سالبة كما يوضحها جدول (2) لاقتصاد يتكون من قطاعين انتاجيين هما الزراعة (AGR) والصناعة (MAN) ، عاملين للإنتاج هما العمل (LAB) ورأس المال (CAP) ، وقطاع للاستهلاك هو الأسر (HH) ويخلو من أنشطة الحكومة والتجارة الخارجية.

وتتمثل خصائص هذا الشكل للمصفوفة بسهولة قراءته وتفسيره حيث تمثل الأعمدة صفرية الأرباح والصفوف نظافة الأسواق.

• MPSGE اختصار للبرمجيات Mathematical

Programing System for General Equilibrium أو باللغة العربية "نظام البرمجة الرياضية للتوازن العام" وهي برمجيات متخصصة في تصميم نماذج التوازن العام وحلها باستخدام MCP عبر GAMS. ومن خلال هذا النظام يقوم المنمذج بتعريف الدوال والحسابات في النموذج باستخدام رموز خاصة ويقوم النظام أتوماتيكياً بكتابة معادلات التوازن العام للنموذج وإحالتها مع بيانات المصفوفة لـ MCP لحل النموذج وبالتالي فإن النظام ذو فائدة عظيمة لغير المتخصصين.

(2.1.1) المصطلحات الأساسية في MPSGE

- تتمثل المصطلحات الأساسية للغة MPSGE في:

للإعلان عن القطاعات	$Sectors:
للإعلان عن السلع وعوامل الإنتاج	$Commodities:
للإعلان عن الوكلاء	$Consumers:
للإعلان عن المتغيرات الإضافية	$Auxiliary:
للإعلان عن معادلات المتغيرات الإضافية:	$Constraints:
تعريف التقنيات الإنتاجية بدوال التكلفة :	$PROD
لتعريف تفضيلات المستهلكين بدوال الإنفاق:	$DEMAND:
لمناداة MPSGE من داخل GAMS	$Sysinclude
مصطلح GAMS لضم ملف معين	Include

(2.1.2) تعريف الدوال في MPSGE

1. التقنيات الإنتاجية :Production Block

- يستخدم MPSGE دالة التكلفة لتعريف التقنية ويشمل التعريف ثلاثة مكونات هي مقدار الإنتاج وسعر المنتج، مقادير المدخلات وأسعارها، والمرونات الإحلالية للدالة. وتأتي بيانات المقادير من المصفوفة ويتبع التقليد السائد في أدبيات الـ CGE باعتبار الأسعار في سنة الأساس مساوية للواحد الصحيح.

- يوضح المثال أدناه شكل مبسط لتمثيل تقنية إنتاج السلعة AGR في MPSGE:

```
$PROD : AGR        S : 1
O : PG     Q : 100    P : 1
I : PL     Q : 70     P : 1
I : PK     Q : 30     P : 1
```

يحتوي السطر الأول : الإعلان عن الدالة ($PROD:)، إسم النشاط (AGR)، والمرونة الإحلالية في المنزلة (s:). في حالة النشاط متعدد المخرجات يمكن تعريف مرونة التحويل باستخدام المنزلة (t:) قبل المنزلة (s:).

يمثل العمود الأول: أسماء السلع المنتجة (O:) ويرمز لها بأسعارها (PG) ، المدخلات (I:) ويرمز لها أيضاً بأسعارها(PL) سعر وحدة العمل و (PK) سعر وحدة رأس المال في المثال.

يمثل العمود الثاني: مقادير المنتجات والمدخلات من مصفوفة المحاسبة الاجتماعية (Q:).

يمثل العمود الثالث: الأسعار المبدئية للسلع وعوامل الإنتاج (P:) وحسب التقليد المتبع فإن الأسعار المبدئية تساوي واحد ما لم يكن هنالك رسوم ضريبية على السلعة أو مدخل الإنتاج. في حالة عدم ذكر هذه المنزلة يعتبر MPSGE (P:1) .

كما يمكن أن يحتوي البلوك (Block) على أعمدة إضافية لتمثيل الضرائب والمرونات الفرعية في حالة وجودها ويستخدم MPSGE هذه المعلومات

لتعريف دالة التكلفة للتقنية المحددة والتي تمثلها للمثال دالة الكوبدوقلاس:

$$PG = PL^{0.7} \quad PK^{0.3}$$

2 . تعريف حساب الطلب والمستهلك: Demand Block

• يستخدم MPSGE دالة الإنفاق لتعريف مسألة المستهلك ويشتمل التعريف على مقادير الطلب وأسعار المستهلك، مقادير عرض عوامل الإنتاج (Endowments) وأسعارها، والمرونات الإحلالية لسلة الاستهلاك.

• هنالك طريقتين لتمثيل مسألة المستهلك: الأولى تجزأ المسألة إلى بلوكين الأول لتجميع الاستهلاك والثاني لتعريف الطلب وتجمع الطريقة الثانية جزئي المسألة في بلوك واحد. ففي الطريقة الأولى تعرف سلة الاستهلاك بدالة إنفاق كما في المثال:

```
$PROD : W     S : 1
O : PW    Q : 240
I : PG     Q : 100
I : PN    Q : 140
```

حيث W قطاع وسيط يمثل مستوى الرفاهية في المثال ويمثل PW تكلفة الاستهلاك للوحدة أو مؤشر أسعار المستهلك (cpi) وحيث تمثل المقادير على التوالي جملة الاستهلاك، استهلاك السلعة AGR واستهلاك السلعة MAN ويعرف الجزء الثاني من المسألة أو بلوك الطلب بـ:

```
$DEMAND:    HH
D : PW    Q : 240
E : PL     Q : 130
E : PK     Q : 110
```

حيث يحتوي السطر الأول على تحديد نوع البلوك ($DEMAND:) وإسم المستهلك HH العمود الأول ويشمل أسماء السلع المستهلكة أو المطلوبة (D:) ويرمز لها بأسعار المستهلك (PW) ، عوامل الإنتاج التي بحوزة المستهلك (E:) ويرمز لها بأسعارها (PL) للعمل و (PK) لرأس المال. ويحتوي العمود الثالث على مقادير الطلب وعوامل الإنتاج (Q:) ويتم أخذ بياناتها من المصفوفة. هذا ويمثل هذا البلوك معادلة توازن الدخل والإنفاق للمستهلك في MPSGE.

أما الطريقة الثانية فتجمع البلوكين في بلوك واحد كالآتي:

```
$DEMAND:    HH    S:1
D : PG    Q : 100
D : PN    Q : 140
E : PL    Q : 130
E : PK    Q : 110
```

حيث تم إلغاء السلعة الوسيطة W وإظهار السلع المطلوبة في المنزلة (D:) وحيث تمثل s المرونة الإحلالية بين السلعتين AGR و MAN في دالة الرفاهية.

(2.2) نموذج التوازن العام الحاسوبي للاقتصاد في مصفوفة جدول (2) في MPSGE:

• فيما يلي استعراض لتعريف، تعيير وحل النموذج في GAMS باستخدام MPSGE:

```
$MODEL: CGE
$SECTORS:
     AGR    !  Agriculture activity
     MAN    !  Manufacturing activity
```

```
W       !  Welfare
$COMMODITIES:
     PW     !  Consumer price index
     PL     !  Wages
     PK     !  Returns to capital
     PG     !  Price of AGR
     PN     !  Price of MAN
$CONSUMERS:
     HH     !  Household
$PROD:  AGR    S : 1
     O: PG     Q : 100
     I : PL     Q : 70
     I : PK     Q : 30
$PROD:  MAN    S : 1
     O: PN    Q : 140
     I : PL    Q : 60
     I : PK    Q : 80
$PROD: W       S : 1
     O: PW     Q : 240
     I : PG    Q : 100
     I : PN    Q : 140
$DEMAND:  HH
     D: PW     Q : 240
     E : PL     Q : 130
     E : PK    Q : 110
```

(2.3) حل النموذج للتوازن المبدئي (Replication):

يتم بعد إعلان وتعريف النموذج مناداة برمجيات MCP في GAMS مثل PATH أو MILES لتنفيذ الحل المبدئي للنموذج والذي يجب أن ينتج عنه في حالة صحة النموذج نفس قيم المصفوفة في جدول (2).

(2.4) حل النموذج لسيناريو السياسة المستهدفة (Counterfactual):

بعد التأكد من تكرار قيم المصفوفة من الحل المبدئي للنموذج يتم الإعلان عن وتعريف سيناريو السياسة المستهدفة ومن ثم مناداة برمجيات MCP لحل النموذج في ظل السياسة المستهدفة. للتطبيق على النموذج أعلاه افترض أن السياسة المستهدفة هي زيادة رأس المال بنسبة 25% عن طريق فتح الاقتصاد للاستثمارات الأجنبية المباشرة والمطلوب تقييم أثر هذه الزيادة على معدل الرفاهية، عائدات العمل ورأس المال، وإنتاج السلعتين الزراعية والمصنعة في الاقتصاد. ولتنفيذ هذا السيناريو يُعدّل عرض رأس المال في بلوك الطلب من 110 ليصبح 137.5 ثم مناداة MCP لحل النموذج.

(2.5) استعراض نتائج حل النموذج لسيناريو السياسة:

بعد التأكد من صحة حل النموذج لسيناريو السياسة يتم حساب المطلوبات، إعداد وعرض النتائج ومن ثم تحليلها. للسيناريو أعلاه تتمثل المطلوبات في حساب معدلات التغيير في الرفاهية (W) ، الأجور (PL) ، عوائد رأس المال (PK) وإنتاج السلعتين AGR و MAN وتتمثل أهم الملاحظات عن نتائج سيناريو السياسة في:

1. أدت زيادة وفرة رأس المال بنسبة 25% إلى زيادة

في إنتاج السلعة الزراعية بنسبة 6% وفي إنتاج السلعة المصنعة بنسبة 14% ويرجع السبب في التفاوت لكون السلعة المصنعة كثيفة الاستخدام لعنصر رأس المال بينما السلعة الزراعية كثيفة الاستخدام لعنصر العمل.

2. أدت زيادة وفرة رأس المال إلى انخفاض عوائد رأس المال بنسبة 7% بسبب وفرته وزيادة الأجور بنسبة 8% بسبب الشح النسبي في عنصر العمل نتيجة زيادة عرض رأس المال.

3. أما على مستوى رفاهية المستهلك فقد أدت زيادة وفرة رأس المال إلى زيادة معدل الرفاهية بنسبة 10% وذلك بسبب زيادة الإنتاج وتحسن الدخول.

يعتمد الاختيار بين الطرق المختلفة لإغلاق النموذج على طبيعة الدراسة وأهدافها.

(2.6) توضيحات:

- يتضح للمستخدم فائدة MPSGE عندما يحاول بنفسه كتابة المعادلات للنماذج الكبيرة ذات الدوال المعقدة وتعظم الفائدة بدرجة أكبر للمستخدم غير المتمرس في نظرية التوازن العام.

- في نماذج الـ CGE تتحدد فقط الأسعار النسبية وليست المطلقة وعليه يجب أن يختار المنمذج سعر سلعة أو عامل إنتاج أو مؤشر أسعار للتعبير عن التدفقات النقدية في النتائج ويستخدم MPSGE في حالة عدم تحديد ذلك السعر أو المؤشر مستوى دخل أول الوكلاء المعلن عنهم في النموذج كمؤشر.

- للتأكد من صحة تمثيل النموذج لبيانات المصفوفة يجب أن يكرر الحل المبدئي للنموذج مصفوفة المحاسبة ولتحقيق ذلك في MPSGE يطلب عدم حل النموذج بتثبيت عدد التكرارات عند الصفر أي ITERLIM = 0 وقراءة قيم الدوال والمتغيرات عند هذه النقطة. فإذا وجد بالنظر في ملف النتائج (lst) أن القيمة الحالية لكل المتغيرات ماعدا الدخل مساوية للواحد الصحيح والقيمة الظلية مساوية للصفر إضافة إلى تساوي المتبقي (Residual) في بيان "حالة النموذج" للصفر فذلك يعني صحة تمثيل النموذج للمصفوفة.

- أما بالنسبة لسيناريوهات السياسة فالتأكد من صحة حل النموذج وأمثلية الحل يتم بالنظر في بيان حالة النموذج(Model Status). فإذا كانت حالة الحل 1 أو 2 فذلك يعني صحة الحل وغيرها يعني وجود إشكاليات في حل النموذج.

- لمزيد من التعرف على برمجيات MPSGE أنظر الموقع: http://Debreu.Colorado.edu.

رابعاً- حالة تطبيقية على الاقتصاد المصري:

انتظمت الاقتصاد المصري منذ بداية التسعينات حركة إصلاحية دؤوبة في إطار التعاون مع المؤسسات الدولية كالبنك الدولي وصندوق النقد بهدف الارتقاء بالأداء الاقتصادي وتحفيز النمو من خلال إزالة التشوهات ورفع معدلات الكفاءة الاقتصادية. وقد تضمنت هذه السياسات إصلاح النظام الضريبي بهدف إزالة التشوهات السعرية وذلك بإلغاء الضرائب السلعية العديدة واستبدالها بضريبة موحدة على القيمة المضافة وكذلك توحيد وتخفيض معدلات الرسوم الجمركية على الواردات السلعية. ونسبة إلى تعدد

الأبعاد الاقتصادية لمثل هذه الإصلاحات وانعكاساتها العديدة على الإيرادات الحكومية، الكفاءة الاقتصادية، التجارة الخارجية، توزيع الدخل ومعدلات الرفاهية فإنه من المطلوب دراستها وتقييمها في إطار شمولي يستوعب تلك الأبعاد. وكما أسلفنا فإن لنماذج التوازن العام الحاسوبية مقدرات واسعة في التحليل الشمولي وإنطلاقاً من ذلك فقد قام البنك الدولي باستخدامها في عدد من الدراسات الإعدادية لاستقراء وتقييم الآثار الاقتصادية لبرامج الإصلاح الاقتصادي في مصر. وكحالة تطبيقية على نماذج التوازن العام نورد فيما يلي توصيف مختصر لنموذج توازن عام استاتيكي للاقتصاد المصري ومن ثم استخدامه لتقييم برامج الإصلاح الضريبي أعلاه واستعراض النتائج.

باستغلاله لخصائص نظرية الازدواجية، يختصر نظام MPSGE عدد المعادلات في النموذج بما يقارب 50%.

(أ) النموذج ومصفوفة المحاسبة الاجتماعية:

تتمثل القاعدة البيانية للنموذج في مصفوفة المحاسبة الاجتماعية للاقتصاد المصري للعام 1987 والتي تم تجميعها لأغراض الدراسة في 8 قطاعات إنتاجية هي الزراعة، المنتجات الغذائية، المشتقات البترولية، الصناعة، النقل، الخدمات، الكهرباء والتشييد، 3 عوامل إنتاج هي العمل، رأس المال والأرض، قطاع للأسرة، قطاع للحكومة وقطاع للتجارة الخارجية. أما النموذج فيتبع التوصيف التقليدي لنماذج التوازن العام الاستاتيكية للاقتصاديات المنفتحة حيث تتميز دوال الطلب على الصادرات وعرض الواردات بمرونات غير محدودة. تمثل تقنيات الإنتاج، عرض الصادرات والطلب على الواردات بدوال الــ CES ويتكون عرض السلع المتاجر فيها من الإنتاج المحلي والواردات بافتراض عدم التجانس على خلفية آرمنجتون. أما دوال الاستهلاك والرفاهية فتمثل في النموذج بدالة الكوبدوقلاس. يتكون دخل الأسر من أجور العمل، عوائد رأس المال والتحويلات الخارجية ويتمثل إنفاقها في الصرف على الأجور، عوائد رأس المال، التحويلات، الدعم واستهلاك السلع. هذا وتتراوح ضريبة المبيعات في المصفوفة بين 4% - 7%، رسوم الإنتاج بين 2% - 8%وتتراوح الرسوم الجمركية بين 18% - 4% . أما قواعد إقفال النموذج فتتمثل في تحرير المدخرات الحكومية بالسماح بالعجز في الموازنة العامة وتحرير ميزان المدفوعات بتعويم سعر الصرف.

(ب) سيناريوهات السياسة المستهدفة:

يتكون إصلاح النظام الضريبي من شقين: الأول هو استبدال ضريبة المبيعات ورسوم الإنتاج بضريبة موحدة على القيمة المضافة والثاني تخفيض وتوحيد الرسوم الجمركية على الواردات السلعية. تبعاً لذلك فقد تم حل النموذج لثلاثة سيناريوهات يشمل السيناريو الأول استبدال ضريبتي المبيعات والإنتاج بضريبة موحدة على القيمة المضافة بشرط تحقيق نفس الإيراد الضريبي للحكومة أي إصلاح ضريبي محايد عائدياً. أما السيناريو الثاني فيشمل توحيد

الرسوم الجمركية (بأخذ المتوسط المرجح لمعدل التعرفات) وتخفيضها بنسبة 10% ويجمع السيناريو الثالث بين استبدال ضريبي المبيعات والإنتاج بضريبة القيمة المضافة وتوحيد وتخفيض الرسوم الجمركية بنسبة 10%.

تتضح فائدة MPSGE عند محاولة المستخدم كتابة المعادلات للنماذج الكبيرة ذات الدوال المعقدة بنفسه، وتعظم الفائدة بدرجة أكبر للمستخدم غير التمرس في نظرية التوازن العام.

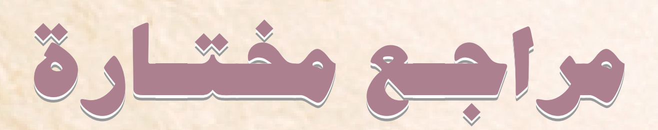
(ج) استعراض النتائج:

- بلغ معدل ضريبة القيمة المضافة 6% في حل النموذج للسيناريو الأول ونتج عن ذلك زيادة في معدل الرفاه بنسبة 7% ، زيادة في إنتاج السلع الزراعية بنسبة 7% وصادراتها بنسبة 16% وتحسن في سعر صرف الجنيه المصري بنسبة 8% وفي المقابل زاد عجز الموازنة بنسبة 10% نتيجة الزيادة في جانب النفقات. ويعزى التحسن في معدل الرفاهية إلى زيادة الكفاءة الاقتصادية نتيجة إلغاء الدعومات وتوحيد معدل الضريبة إضافة إلى كون ضريبة القيمة المضافة أقل تشوهاً لقرارات الوحدات الاقتصادية مقارنة بضريبتي المبيعات والإنتاج.

- نتج عن سيناريو توحيد وتخفيض الرسوم الجمركية انخفاض في معدل الرفاهية بنسبة 0.1%، انخفاض في إيرادات الحكومة الضريبية بنسبة 3% وزيادة في عجز الموازنة العامة بنسبة 13%. أما في جانب التجارة الخارجية فقد أدى توحيد التعريفة الجمركية إلى زيادة طفيفة في واردات السلع المصنعة انخفاض في واردات المنتجات الزراعية وتدهور في سعر الصرف بنسبة 3%. ويعزى التدني في معدل الرفاهية إلى ارتفاع أسعار المنتجات الغذائية والزراعية نتيجة زيادة العبء الضريبي على المستهلك بتوحيد التعريفة الجمركية.

- أما السيناريو الثالث فقد نتج عنه زيادة في معدل الرفاه بنسبة 6.8%، انخفاض في الإيرادات الضريبية بنسبة 4% وزيادة في عجز الموازنة العامة بنسبة 11%. أما في جانب التجارة الخارجية فنتج عن السيناريو زيادة في الصادرات الزراعية بنسبة 15% وانخفاض في الواردات الزراعية بنسبة 20%.

- الخلاصة أن هنالك فوائد مرجوة من الإصلاح المقترح للنظام الضريبي المصري نتيجة زيادة الكفاءة الاقتصادية لكن يجب التنويه على الآثار التوزيعية لهذه المكاسب حيث أن نموذج التوازن العام أعلاه لا يعكس هذه الآثار بافتراضه تشابه الأسر المصرية في أنماط الدخل والاستهلاك. أيضاً وكما لاحظنا من نتائج السيناريوهات الثلاثة أن التحدي الأكبر في نجاح عملية الإصلاح الضريبي يكمن في قدرة الحكومة على التحكم في الجانب الإنفاقي للموازنة العامة حيث بدون ذلك قد تؤدي زيادة عجز الموازنة في الواقع إلى تدهور في ميزان المدفوعات وما يتبع ذلك من ضغط على سعر الصرف والاستقرار الاقتصادي.



مراجع مختارة باللغة الإنكليزية:

- Brook A., Kendrick D., and A. Meeraus, GAMS: A User Guide, Release 2.25, The Scientific Press, California, USA.
- Dervis, K., J. de Melo and S. Robinson, General Equilibrium Model for Development Policy. New York: Cambridge University Press, 1982.
- Devarajan, S., Lewis, J. Powell, A. and P. Wilcoxen , Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics, New York: North-Holland, 1992.
- Drud, A. and G. Pyatt, Macroeconomic Modelling Based on Social Accounting Principles, Journal of Policy Modelling, 1986, 8, pp. 111-145.
- Ginsburgh, V. and M. Keyzer, The Structure of Applied General Equilibrium Models, The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1997.
- Hans L?fgren, Exercises in General Equilibrium Modelling Using GAMS, Microcomputer in Policy Research, Vol. 46, Washington, D.C.: IFPRI, 2000.
- Pyatt, G. and J. Round, eds, Social Accounting Matrices; A Basis for Planning, World Bank, Washington D.C., 1985.
- Rutherford, T.F., "Applied General Equilibrium modelling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modelling Framework and Syntax", Computational Economics, 1999, 14, pp. 1-46.
- ______________, "Extensions of GAMS for Complementarity Problems Arising in Applied Economics", Journal of Economic Dynamics and Control, 1995, 19, pp. 1299-1324.
- ______________, Economic Equilibrium Modelling with GAMS: An Introduction to GAMS/MCP and GAMS/MPSGE, Washington, D.C.: GAMS Development Corp., 1998.
- Shoven, J. and J. Whalley, Applied General Equilibrium, New York: Cambridge University Press, 1992.
- Varian, Microeconomic Analysis, Third Edition, W.W. Norton and Company, New York, USA.